# BULLETIN

DU

# DÉPARTEMENT DE L'AGRICULTURE

AUX

# INDES NÉERLANDAISES.

## N°. XXXIV.

BUITENZORG,
IMPRIMERIE DU DEPARTEMENT
1910.

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/bulletin-of-the-botanic-gardens-buitenzorg_1910_34

# ÜBER DEN EINFLUSS WÄSSERIGER KOCHSALZLÖSUNGEN AUF DIE DURCHLÄSSIGKEIT DES BODENS.

VON

L. G. DEN BERGER.

Bekanntlich üben Kochsalzlösungen einen äusserst verderblichen Einfluss auf die physikalischen Bodeneigenschaften aus. Die schädlichen Folgen von Meerwasserüberschwemmungen auf Polderländereien sind nur allzu bekannt und deshalb auch der Gegenstand zahlreicher Untersuchungen gewesen.

Hier auf Java, wo die Bewässerung von so ausserordentlicher Bedeutung für die Reiskultur auf nassen Feldern (Sawahs) ist, wo Versuche über den Einfluss des Irrigationswassers auf den Boden jedoch fehlten, waren Untersuchungen über die Einwirkung verschiedener Salzlösungen in wechselenden Konzentrationen, wie dieselben in den naturlichen Wässern vorausgesetzt werden dürfen, nicht überflüssig.

Weil nun gerade im vorigen Jahr der Fall vorlag, dass ein Flusswasser, welches man zu Bewässerungszwecke zu verwenden beabsichtigte, bisweilen einen Salzgehalt von mehr als 5 G pro L. zeigte so fing ich meine Untersuchungen in dieser Richtung an mit dem Kochsalze.

Die schädlichen Folgen von Überschwemmung des Bodens mit kochsalzhaltigem Wasser sind bekanntlich dreierlei.

1. Direkte Schädigung des Pflanzenwuchses durch das Kochsalz.

2. Die Wegführung grösserer Mengen von Pflanzennährstoffen, welche von Salzwasser in Lösung gebracht werden.

3. Die nachträgliche Verschlämmung des Bodens.

Abgesehen vom zweiten Punkte der sich nur selten in erheblichem Masse gelten lässt, geht aus den Untersuchungen Mayers [1]) und Swavings [2]) hervor, dass oftmals die nach einer

1). Journ. f. Landw. 1879, 27, 389.
2). Landw. Versuchsst 1899, 51, 463. Landbouwk. Tijdschrift 1895, 342 u.f.

Überschwemmung im Boden zurückbleibende Salzmenge nur von untergeordneter Bedeutung ist, jedenfalls nicht genügend gross ist, um das Zugrundegehen der Kulturpflanzen verursachen zu können. Der Nachteil von Salzwasserüberschwemmungen muss hauptsächlich gesucht werden in der später folgenden Verdünnung der im Boden befindlichen Salzlösung, z.B. durch Regenwasser, deren Ergebniss eine Zusammenschlämmung und Verkrustung des Bodens ist. Infolgedessen wird der Boden undurchlässig, der Luftzutritt wird stark gehemmt, der Boden verliert seine Nässe nur sehr schwierig und die bekannten, schädlichen Reduktionsprozesse treten auf. Obendrein wird der Boden sehr schwierig bearbeitet und die mühsam errungene Lockerung desselben wird äusserst leicht vom geringsten Regen wieder völlig zerstört.

Fur diese Erscheinung sind von mehreren Forschern Erklärungen gegeben, jedoch glaube ich auf Grund meiner Versuche und der später zu besprechenden Untersuchungen Hissinks, den Schluss ziehen zu dürfen, dass dieselben alle nur teilweise richtig sein können.

## ÜBERSICHT DER BISHERIGEN HYPOTHESEN.

A. Mayer [1]) gibt folgende Erklärung. Bekanntlich werden in Wasser suspendierte Tonteilchen von Lösungen verschiedener Basen, Salze und Säuren ausgeflockt, auch von Kochsalzlösungen. Auf Grund dieser Erscheinung beruht die Möglichkeit, Böden, welche wegen ihrer Einzelkornstruktur, den Kulturgewächsen ungünstige Wachstumsbedingungen darbieten, teilweise in Krümelstruktur überzuführen.

Wie gesagt üben Kochsalzlösungen eine derartig flockende Wirkung auf Tonteilchen aus und das Kochsalz verbessert also, wie Kalk, anfangs die Struktur des Bodens. Wenn aber die Salzlösung durch süsses Wasser ersetzt wird, so wird das Salz schnell ausgewasschen, die gebildeten Krümel werden zerstört und der Boden bekommt die Einzelkornstruktur. Infolgedessen wird derselbe schwer durchlässig für Wasser.

Ramann. [2]) schliesst sich dieser Erklärung an.

---

1). Forsch. a.d. Geb. de Agrik. Phys. 1879, II, 25; Journ. f. Landw., 1879, XXVII, 380 und Lehrb. d. Agr. Chemie, 1901, Bd. II, 160 u. 161.

2). Bodenkunde, 1905.

Mitscherlich [1]) dagegen bekämpt diese Auffassung und behauptet, es gebe einen grossen Unterschied zwischen Ton in wässeriger Suspension und solchem in einem in Kultur befindlichen Boden, welcher meistens schon Krümelstruktur besitzt und in welchem die Tonteilchen nicht so beweglich sein können, dass sie von einer Salzlösung ausgeflockt werden. Er glaubt vielmehr annehmen zu müssen, dass durch das Kochsalz die Kohäsion zwischen den einzelnen Teilchen der Bodenkrümel aufgehoben werde und dass eine Adhäsion zwischen Salz und Bodenteilchen an der Stelle derselben auftrete. Wenn nun süsses Wasser auf den Boden gelangt, so wird das Bindemittel, also jetzt das Kochsalz, ausgewaschen, die Krümel werden zerstört und der Boden wird infolge der erhaltenen Einzelkornstruktur schwer durchlässig.

Wenn die angewandten Salze schwer oder gar nicht löslich sind, so meint er denselben eine günstige Wirkung auf die Bodenstruktur zuschreiben zu müssen, wenn sie leichtlöslich sind, so müssen dieselben, seiner Ansicht nach, verschlechterend auf die physikalische Beschaffenheit des Bodens einwirken.

Hissink [2]) stellte Versuche an über den Einfluss verschiedener Salzlösungen auf die Durchlässigkeit des Bodens. Die angewandten Lösungen waren reines Wasser, NaCl, KCl, $NH_4Cl$ und $CaCl_2$. Kurz zusammengefasst waren seine Resultate, folgende.

Wasser. Die Durchlässigkeit nimmt in den ersten Tagen schnell ab, bleibt dann während einiger Zeit annäherend konstant, steigt demnächst wieder zu einem gewissen Maximum, nimmt aufs Neue ab und bleibt zum Schluss wieder konstant.

NaCl. Die Durchlässigkeit nimmt in den ersten Tage schnell ab, später allmählich bis ein gewisse Konstanz erreicht wird. Eine Vergrösserung der Permeabilität wurde nicht beobachtet.

$(NH_4)$ Cl. Anfangs ist die Durchlässigkeit dieselbe wie für Wasser, sie steigt aber während der ersten Tage nicht unerheblich und nimmt später wieder allmählich ab. Beim Ersatz dieser Lösung durch Wasser wurde keine vollständige Verschlämmung des Bodens erzielt wie beim Kochsalze.

KCl. Die Permeabilität ist grösser als für Wasser. Beim Ersatz der Salzlösung durch Wasser wurde ebenfalls keine vollständige Verschlämmung des Bodens erreicht.

1). Bodenkunde f. Land- u. Forstwirte, 1905, S. 147 u. f.
2) Chem. Weekbl, 1907, 4, 441 u. f.

$CaCl_2$ Die Durchlässigkeit steigt während der ersten Tage erheblich starker als beim $NH_4Cl$ und nimmt später wieder allmählich ab. Nach Ersatz durch Wasser nimmt die Durchlässigkeit schnell und bedeutend ab, bleibt dann aber annäherend kostant, grösser als für reines Wasser.

Wiewohl seine Versuche noch nicht abgeschlossen sind und er neue Untersuchungen in Aussicht stellt, so hat Hissink doch schon nachgewiesen, dass die bis jetzt gegebenen Erklärungen nicht mit seinen Resultaten in Einklang zu bringen sind und deshalb nicht richtig sein können.

Nun hat Gans[1]) nachgewiesen, dass die Alkalizeolithen ganz von den Erdalkalizeolithen verschiedene Korper sind. Die ersteren sind zähe, schleimige Massen, die Wasser schwierig durchlassen, während die letzteren mehr körnig und leicht durchlässig sind. Er meint jetzt den Beweis geliefert zu haben, dass wirklich zeolithartige Verbindungen im Boden vorhanden sind, wie man sie schon lange darin annahm. Schon früher wurde von Lemberg[2]) nachgewiezen, dass NaCl auf kalihaltigen Zeolithen stark einwirkt unter Austausch der respektiven Basen. Ebenso wirkt NaCl auf die Erdalkalizeolithen ein, dieselben gehen dann unter Austausch des Erdalkalis uber in Natronzeolith. Wenn nun dieser Vorgang sich im Boden abspielt, so kann das gebildete Natronzeolith zu einer Verstopfung des Bodens Veranlassung geben.

Hissink meint dann auch mit Gans, dass diese Daten sich vorzüglich verwerten lassen zur Erklärung der von ihm erhaltenen Resultaten.

In einem interessanten Aufsatze "Theoretische Betrachtungen über die Beeinflussung einiger der sogenannten physikalischen Bodeneigenschaften" sagt Paul Ehrenberg[3]) zur betreffenden Frage: „Ich möchte auch hier den Kolloiden des Bodens eine wesentliche Bedeutung zukennen. Nach den ausgeführten Satzen der heutigen Kolloidtheorie muss eine starke Salzgabe zunächst durchaus koagulierend, gelbildend und suspensionsausflockend wirken.

1). Leider stand mir die betreffende Arbeit von Gans nicht zur Verfügung und entnehme ich Obiges aus der erwähnten Abhandlung Hissinks.

2) Jahresber. f. Agr. Chem. 1877, 36 nach König „Die Verunreinigung der Gewässer u. s. w.

3). Mitt. der land. Instw. der Univ. Breslau. 1908. Hft. IV.

Daher zuerst keine Schädigung der physikalischen Beschaffenheit des Landes, sondern höchstens Salzschädigung der Pflanzen. Die natürlich auch in der ersten Zeit vorkommenden Niederschläge führen eine solche physikalische Schädigung, =, noch nicht herbei. Aber sie werden, in Verbindung mit der Bodenfeuchtigkeit, die Umsetzung der Zeolithe des Ackerbodens, die nach van Bemmelen mehr oder weniger zu den Kolloiden zu rechnen sind, mit den Salzen bewerkstelligen. Dabei wird der Kalk dieser Zeolithe gegen das Kali oder Natron der Salze ausgetauscht und versinkt als leichtest lösliches Kalziumchlorid oder Kalziumnitrat. Auch Kalziumsulfat wird durch Gegenwart grösserer Salzmengen leichter löslich. So wird der Boden an leicht löslichem Kalk erschöpft; viele der noch in gequollenen, aber koaguliertem Zustand befindlichen Kolloide werden nicht mehr durch das zweiwertige Kalk-Ion, sondern nur durch die grossen Mengen einwertiger Na-oder K-Ionen im Gelzustand gehalten.

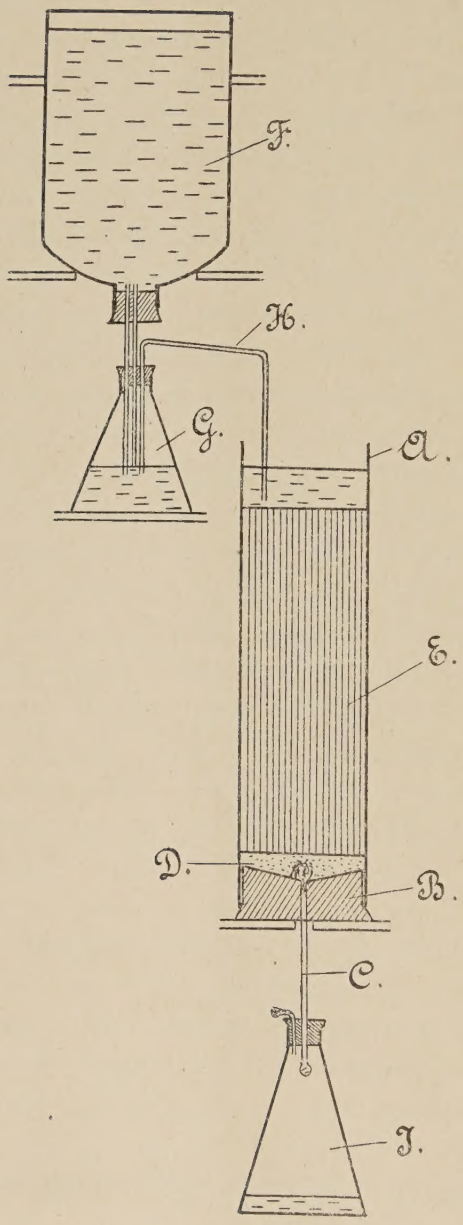
Immer kräftiger wirkt nun die Auswaschung durch Regen und dergleichen Atmosphärilien auf das Land ein.

Die nicht durch Zeolithe, seien sie nun kolloidaler oder kristalloider Natur, absorbirten Salze verlassen mehr und mehr den Boden, und auch auf die Kolloide wird das nun mit der Zeit elektrolytfrei werdende Wasser seine Wirkung nicht verfehlen. Es muss infolge der eintretenden Konzentrationsverminderung derselben, solbildend auf sie wirken. Es kann dies aber in noch erhöhtem und besonders wirksamen Grade, weil statt des früheren besonders stark wirkenden Ca-Ions nur noch die schwachen K-und Na-Ionen den Gelzustand zu erhalten suchen, die dies in den Mengen, wie es der Kalk vermöchte, durchaus nicht können. Auch kommt in Betracht, dass solange der Boden salzreich war, ein nachhaltendes, Kolloide irreversibel machendes Austrocknen ziemlich selten eingetreten sein wird, da Salzlösungen den Boden feuchter erhalten."

Wie man sieht die Mayersche Erklärung, erläutert im Sinne der modernen Kolloidforschung.

Auf Grund meiner Untersuchungen glaube ich annehmen zu können, dass alle obige Erklärungen nur zum Teil richtig sind.

Ich gehe jetzt zur Besprechung meiner Versuche über. Die Versuchsanordnung war mit einer kleinen Abänderung genau dieselbe wie die Hissinksche. Das Lampenglas A, dessen un-


F.
H.
G.
A.
E.
D.
B.
C.
J.

tere Öffnung mit dem paraffinirten Korke B, welche das mit einem Wattebausch versehenen Ausflussröhrchen C enthielt, verschlossen wurde, wurde zuerst mit 30 G säuregereinigtem Seesande beschikt (D) und dann mit 300 G. der Versuchserde E. Dieselbe ist eine gelbbraune Lateriterde, hierin der Umgegend von Buitenzorg allgemein vorkommend; sie war dem hiesigen Kulturgarten entnommen. Aus der Mariotteschen Flasche FG. wurde mittelst des Hebers H die Lösung, deren Einfluss auf den Boden geprüft werden sollte, in konstanter Höhe von 4 cM. über dem Boden gebracht. Das Abflussröhrchen C mündete in den Behalter I aus, der jeden Tag mit der durchgelaufenen Flüssigkeit gewogen wurde, aus welchen Wägungen die pro Minute ausfliessende Wassermengen in m G berechnet wurden als Mass fur die Durchlässigkeit.

Die auf diese Weise bestellten Versuchsröhren wurden zuvor auf ihre Wasserdurchlässigkeit geprüft. Dabei stellte sich heraus, dass die Unterschiede in der Durchlässigkeit nur sehr gering waren, im Höchstfall 6 mg auf 130, in der betreffenden grafischen Darstellung kaum sichtbar. Dann wurden die Salzlösungen, mit welchen experimentiert wurde, (0. 1, 0. 02 u. s. w. Normallösungen) auf den Boden gebracht. Wie wir jedoch später sehen werden, waren die Füllungsfehler doch noch von grossem Einfluss auf die Resultate. Für die angeführten, konzentriertesten Lösungen jedoch waren die Durchlässigkeitsveränderungen qualitativ dieselben. In nachstehender, grafischer Darstellung der erhaltenen Resultate gebe ich nur die der 0. 1 Salzlösung und des Wassers. Dabei nehme ich nur die allgemeine Richtung der betreffenden Kurven in Betracht und lege nicht so sehr den Nachdruck auf die gefundenen absoluten Ausflussmengen.

Wie aus Tafel 1. ersichtlich nahm die Durchlässigkeit des Bodens für die Salzlösung während der ersten Tage erheblich zu; nachdem dieselbe ihren Höhepunkt erreicht hatte, verminderte die Permeabilität sich wieder allmählich. Beim Ersatz der Salzlösung durch Wasser wurde der Boden innerhalb einiger Tage völlig undurchlässig.

Für Wasser verminderte sich die Durchlässigkeit anfangs ziemlich schnell, später immer langsamer bis dieselbe sich ungefähr auf konstanter Höhe erhielt. Eine dann noch folgende Vergrösserung der Wasserdurchlässigkeit, wie bei den Hissinkschen Versuche, fand ich hier nicht auf.

Bei einer zweiten Versuchsreihe wurden die Röhren nicht zuvor auf gleicher Wasserdurchlässigkeit geprüft. Für jede angewandte Lösung wurden 3 Versuchsröhre aufgestellt und aus dem Mittel der damit erhaltenen Zahlen die Durchlässigkeit in mG. pro Minute berechnet. Ich hoffte hiermit den Einfluss der Füllungsfehler grösstenteils beseitigt zu haben. Trotzdem die Röhren wieder mit der grössten Sorgfalt bestellt wurden und anfangs auch wieder für jedes der 3 zu einer Gruppe gehörigen Versuchsgläser die Durchlässigkeit annäherend dieselbe war, so traten jedoch allmählich grosse Unterschiede auf, welche bisweilen grösser als 100% waren. Die berechneten Mittelwerte boten deshalb keine zuverlässige Anhaltspunkte zur Vergleichung der absoluten Grössen der Durchlässigkeiten für die verschiedenen angewandten Lösungen. Weil jedoch wieder die allgemeine Form der Durchlässigkeitskurven für alle 27 Versuchsröhren, welche mit den 0.1 bis 0.02 Normal Kochsalzlösungen behandelt wurden, im grossen Ganzen dieselbe war, so gebe ich auf Tafel 2 nur die grafische Darstellung der mit der 0.1 N. Kochsalzlösung und mit Wasser erhaltenen Resultate, und bemerke dazu wieder das selbe wie zu Tafel 1.

Wie ersichtlich sind die mit Wasser erhaltenen Resultate anfangs genau dieselben wie beim ersten Versuch. Nur wurde jetzt gegen Ende des Versuches eine geringe Vergrösserung der Permeabilität aufgefunden.

Die Durchlässigkeit für die Salzlösung nahm ebenfalls im Anfang schnell ab und dann immer weniger darauf stieg sie wieder zu einer beträchtlichen Höhe an und nahm schlieslich wieder langsam ab. Beim Ersatz durch Wasser wurde der Boden innerhalb einiger Tage völlig undurchlässig.

Wie ersichtlich stehen meine Resultate nicht ganz im Einklang mit den von Hissink erhaltenen. Er fand für die Salzlösung keine Steigerung der Durchlässigkeit, ich eine beträchtliche; bei mir blieb die Durchlässigkeit grösser als für Wasser, bei ihm war gerade das Umgekehrte der Fall. Zu dieser letzen Tatsache will ich jedoch bemerken, dass meiner Erfahrungen gemäss, die Füllungsfehler zu dieser entgegengesetzten Resultaten Anlass gegeben haben können.

Ich werde jetzt an der Hand meiner Versuche die früheren

Anschauungen über den Einfluss von Salzlösungen auf die physikalischen Bodeneigenschaften einer näheren Betrachtung unterziehen.

Wenn die Mayersche Erklärung richtig wäre, so müsste sich durch die Ausflockung der Bodenteilchen in beiden Fällen sofort eine Steigerung der Durchlässigkeit nachweisen lassen. Nun wäre es wohl möglich, dass durch die Lagerung der Erde in den Versuchsröhren, diese Steigerung anfangs verdeckt wurde, jedoch sollte dies im vorher während 2 Tage mit Wasser behandelten Boden in höherem Grade der Fall sein als im Falle, dass die Salzlösung sofort auf den lufttrockenen Boden gebracht wurde.

Im ersteren Fall wird doch die Salzlösung durch das noch im Boden befindliche Wasser stark verdünnt, und deshalb muss die Ausflockung anfangs nur sehr gering sein und also auch später zu beobachten sein als wenn die Salzlösung unverdünnt ihre Wirkung ausüben konnte: infolgendessen müsste im letzteren Falle eine grössere Durchlässigkeitsvermehrung stattfinden als im Ersteren. Weil wir nun gerade das Umgekehrte beobachteten, so kann die Erklärung Mayers nicht ganz richtig sein und deshalb eben sowenig die Betrachtung Ehrenbergs. Dass jedoch die Ausflockung in der Tat nachweisbar ist und die Behauptung Mitscherlichs also nicht richtig ist, bemerkte schon Hissink. Er beobachtete, dass die Salzfiltrate immer klar, die Wasserfiltrate immer etwas trübe seien, welche Tatsache ich bestätigen kann.

Ein anderer Einwand gegen die Ausflockungshypothese ist von Mitscherlich aufgeworfen worden. Unsere Kulturböden besitzen schon Krümelstruktur und also kann bei der Behandlung mit der Salzlösung nur Bildung neuer Krümel und Vergrösserung der Bestehenden auftreten. Beim Ersatz der Salzlösung durch gewöhnliches Wasser kann also nur die Rede sein von Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes und der Zerfall der ursprünglich vorhandenen Bodenkrümel und dadurch verursachte Einzelkornstruktur des Bodens wird gar nicht erklärt. Die Mitscherlichsche Hypothese ist in dieser Hinsicht besser verwertbar. Hierbei wird doch auch die Zerstörung der urprünglich vorhandenen Bodenkrümel in Betracht genommen und wird durch Auswaschung des Salzes durch Wasser das Auftreten völliger Einzelkornstrukter des Bodens ganz gut erklärt.

Dass jedoch auch seine Hypothese nicht richtig ist, folgt ja aus der von mir beobachteten Durchlässigkeitsvergrösserung.

Auch Hissink bemerkte diesses für das $CaCl_2$. In beiden Fällen war nach der Mitscherlichschen Anschauung wegen der Leichtlöslichkeit der betreffenden Salze eine Permeabilitätsvergrösserung nicht möglich,

Unzweifelhaft sind die von Gans konstatierten Umbildungen der Bodenzeolithe von grosser praktischer Bedeutung. Sie sind jedoch ebenfalls nicht im Stande die von mir aufgefundenen Tatsachen zu erklären, weil dabei doch für das Kochsalz eine Durchlässigkeitsvergrösserung ganz ausgeschlossen ist, wegen der Bildung des undurchlässigen Na-zeoliths.

Wir müssen also zu einer anderen Erklärung greifen, und meiner Ansicht nach findet man diese in den Eigenschaften der Bodenkolloide. Bekanntlich quellen dieselben, wenn sie in lufttrockenen Zustande mit Wasser in Berührung gebracht werden, infolge ihrer Wasserabsorption [1]. Schon Wollny weist auf die Bedeutung dieser Eigenschaft hin, was betrifft ihre Verwendbarkeit zur Erklärung der Durchlässigkeitserscheinungen des Bodens. Er sagt dazu: [2] „Man wird nicht fehlgehen, wenn man in dieser Richtung ganz besonders das Quellungsvermogen jener Materialien (Ton und Humus) in Anspruch nimmt. In Folge dieser Eigenschaft nimmt das Volumen der einzelnen Partikel bedeutend zu, wenn diese mit Wasser in Berührung treten und dies bewirkt, dass die Hohlräume zwischen den Körnern beträchtlich verengt oder vollständig verschlossen werden. Welche bedeutende Veränderungen fragliche Substanzen in ihrem Volumen erleiden können, ergiebt sich zum Beispiel aus den von A. R. von Schwarz angestellten Versuche, in welchen der Moorboden eine $2^1/_2$ fache, der Ton eine $1^1/_2$ fache Volumvermehrung durch Imbibition erfuhr. — Analog der Ton, resp. dem Humus, verhalten sich ohne Zweifel auch die übrigen Bestandteile des Bodens, welche gleich diese den sogenannten Kolloidsubstanzen zuzuzählen sind, wie z. B. gewisse Thierreste, das kolloidale Eisenoxyd, die amorphen zeolitischen Silikate u. s. w."

Den Wert dieser Andeutung hat man meines Erachtens nie genügend geschätzt; so ganz einfach gestaltet sich aber die Sache nicht.

---

1) van Bemmelen. Die Absorptionsverbindungen und das Absorptionsvermögen der Ackererde. Landw. Versuchst. XXXV, 1888, 869 u.f.— Sur la Nature des Colloides et leur teneur en eau. Rec. d. r. Chim. d. Pays Bas VII, 37.

2) Forsch. a. d. Geb. d. Agr. Phys, 1891, XIV, 18.

Wenn wir Wasser oder irgend eine Salzlösung auf den Boden bringen so sind wahrscheinlich 4 Momente fur die Permeabilität des Bodens massgebend.

1. Die Lagerung der Erde.
2. Eine gewisse Ausflockung oder Zerstörung der Bodenkrümel.
3. Die Umbildungen des zeolithischen Bodenmaterials.
4. Die Volumveränderungen der Bodenkolloide.

Die drei ersten Momente sind im Vorhergehenden schon genügend berücksichtigt und deshalb werde ich hier im Unterstehenden so viel wie möglich nur den vierten Faktor in Betracht nehmen.

Bei meinen Versuchen stellte sich aus, dass die Permeabilität des Bodens für Salzwasser grösser war als für gewöhnliches. Abgesehen von der Ausflockung der Tonteilchen kann dies nur verursacht werden durch eine geringere Quellung der Bodenkolloide in salzhaltigem Wasser als in reinem.

Reinders [1]) stellte folgende Versuche an. 100 Gr. verschiedener Bodenarten wurden mit 400 cc. Meerwasser übergossen und zu gleicher Zeit auch die gleichen Mengen dieser Böden mit 400 cc. gewöhnlichem Wasser. Nach 4 Tage, als kein Abtropfen mehr stattfand, wurden die durchgelaufenen Flüssigkeitsmengen gemessen und daraus die im Boden zurückgehaltenen Quantitäten berechnet. Die Resultate waren Folgende:

| | **Filtratmenge** | **Im Boden zurückgeblieben** |
|---|---|---|
| Boden A. | *a.* 345.5 *cc* | 54.5 *cc* |
| | *b.* 335.0 „ | 65.0 „ |
| Boden B. | *a.* 345.0 „ | 55.0 „ |
| | *b.* 337.0 „ | 63.0 „ |
| Boden C. | *a.* 342.0 „ | 58.0 „ |
| | *b.* 344.0 „ | 56.0 „ |
| Boden D. | *a.* 340 „ | 60.0 „ |
| | *b.* 335.0 „ | 65.0 „ |

Also ausser beim Boden C. blieb mehr destilliertes Wasser in der Erde zurück als Meerwasser.

1) Landw. Versuchsst. XIX p. 195 u 207. 208.

Weiter wurden 25 Gr Feinerde einiger Bodenarten in einer kalibrirten Röhre eingeschüttelt und nachher mit destilliertem oder Meerwasser auf 96 cc. angefüllt. Nach stetem Anklopfen waren die von einer der Erden eingenommenen Volumina:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| IN DESTILLIERTEM WASSER. | NACH | 3 | TAGE | 37.5 cc. |
| | „ | 6 | „ | 38.5 „ |
| Nur die oberen 5 c.M. | „ | 9 | „ | 40.0 „ |
| Wasser waren klar. | „ | 12 | „ | 41.0 „ |
| | „ | 15 | „ | 42.5 „ |

Das überstehende Wasser war nun nahezu klar. Derselbe Boden in derselben Weise mit Meerwasser behandelt, nahm nach 2 Stunden einen Raum ein von 38.5 $cM^3$ und das überstehende Wasser war ebenfalls kaum trübe. — Mit den anderen Bodenarten wurden übereinstimmende Resultate erhalten und Reinders schloss daher aus seinen Versuchen, dass Kleiböden durch Salzwasser mehr eingeschlämmt werden als durch gewöhnliches.

Mayer [1]) experimentierte mit einem strengen, javanischen Tonboden, welcher jedoch zuvor mittelst Salzsäure extrahiert wurde zur Entfernung von $CaCO_3$. Er kam zu gerade entgegengesetzten Resultate und schloss aus seinen Versuchen:

1. Tonige Niederschläge, vor Erschütterung bewahrt, verdichten sich die ersten Tage nach ihrer Entstehung noch etwas.
2. Mechanische Erschütterung hat einen sehr deutlichen positiven Einfluss auf das Dichterwerden toniger Niederschläge.
3. Dieser Einfluss ist bei Abscheiden aus reinem Wasser grösser als innerhalb harter Wässer oder Salzlösungen, vermutlich weil im ersteren Fall die Teilchen beweglich sind.
4. Darum ist auch das Volum der Niederschläge gleich von vornherein viel kleiner als beim Absetzen aus Salzwasser Ohne Weiteres wären die Resultate Mayers recht verständlich, jedoch sind sie, wie ich sofort zeigen werde, öfters für natürlichen Boden nicht richtig.

Die abweichenden Resultate der beiden genannten Forscher veranlassten mich ähnliche Versuche anzustellen, mit derselben Erde, welche auch zu meinen obigen Versuche diente.

Bestimmte Mengen der durch ein $^1/_2$ mM. Sieb durchgegangenen Feinerde wurden in einer Messröhre mit Wasser, resp. 0.1 und 0.02 Norm. Kochsalzlösungen aufgeschlämmt und unter

1). Forsch. a.d. Geb. d. Agr. Phys. II. 263 u. 264.

wiederholtem Anklopfen sich selbst überlassen. Nach einer Monat, als keine weitere Volumverminderung mehr stattfand, hatten die Bodenproben in den verschiedenen Flüssigkeiten folgende Volumina:

| | **Bodenmenge** | 0.1 N. **NaCl** | 0.02N. **NaCl** | **Wasser.** |
|---|---|---|---|---|
| *a.* | 40 Gr. | 43.6 cc. | — | 46.9 cc. |
| *b.* | 30 „ | 33.4 „ | — | 35.5 „ |
| *c.* | 15 „ | 15.3 „ | 16.9 cc. | 17.4 „ |
| *d.* | 5 „ | 5.7 „ | 5.8 „ | 6.0 „ |

Wie hieraus ersichtlich ist das Volum des Bodens in den Salzlösungen kleiner als im Wasser. Wie schon Mayer in seiner erwähnten Arbeit bemerkt, musste man wegen der Flockung der einzelnen Bodenpartikel und ihrer deshalb geringerer Beweglichkeit gerade das Entgegengesetzte voraussetzen. Es drängt sich darum die Frage auf, ob die vorhergehende Salzsäurebehandlung des Bodens bei diesen abweichenden Resultate mit im Spiele gewesen sei.

Leider macht Mayer keine Angaben über die Konzentration der angewandten Säure und eben so wenig, über die Dauer und Weise der Einwirkung. Ich war deshalb nicht im Stande seine Versuche genau in derselben Weise zu wiederholen. Ich nahm 200 G. derselben Feinerde, die auch zu obigen Versuche diente und liess dieselbe unter oftmaligem Umschwenken mit 800 cc. 5% Salzsäure während 2 Stunden in der Kälte stehen. Nachdem wurde der Boden durch Dekantation und Auswaschen mit reinem Wasser von Salzsäure befreit. Mit der so gereinigten und wieder in lufttrockenen Zustand übergeführten Erde, wurden die Versuche wiederholt. Wieder nach einer Monat waren die vom Boden eingenommenen Volumina:

| **Bodenmenge** | 0.1 N. **Kochsalz** | **Wasser.** |
|---|---|---|
| e. 40 Gr. | 47.3 cc. | 46.5 cc. |
| *f.* 15 „ | 17.4 | 17.0 „ |

Wie hieraus ersichtlich stimmten meine Resultate jetzt mit den von Mayer aufgefundenen. Das Volum des Bodens in der Salzlösung war jetzt grösser als in Wasser. Das Volum des extrahierten Bodens in Wasser war kleiner als das des unveränderten Bodens.

Diese Daten sind recht verständlich. Die Quellung des Bodens wird ja von den Bodenkolloiden veranlasst. Durch die Behandlung mit Salzsäure wird aber ein Teil der kolloidalen

Bodenbestandteile mit dem kohlensauren Kalk beseitigt. Die Quellung des extrahierten Bodens in gewöhnlichem Wasser muss also entschieden geringer sein als die des unextrahierten. Ebenso begreiflich ist, dass der jetzt zu einem beträchtlichen Teil von seinen Kolloiden beraubte Boden wegen der Flockung in der Salzlösung darin ein grösseres Volum haben muss, als die in reinem Wasser in der Einzelkornstruktur verbleibende Erde. Dies gilt natürlich an erster Stelle für Böden, welche nur wenig kolloidale Stoffe enthalten, wie dis z.B. bei entschiedenen Sandböden der Fall ist.

Nach Beendigung der Versuchen C. wurden deren Salzlösungen auf 0.001 Normal verdünnt, die Erde wurde aufgeschlämmt und unter stetem Anklopfen einen Monat stehen gelassen. Zu dieser Zeit war das Volum des Bodens in der ursprünglich 0.1 Normal Salzlösung 17,65 cc und in der vorher 0.02 Normallösung 17.55 cc, also in beiden Fällen grösser als das Volum des Bodens in reinem Wasser, und in der ursprünglich konzentriertesten Lösung nach der Verdünnung am allergrössten.

Diese Daten eignen sich vorzüglich zur Erklärung der von mir aufgefundenen Tatsachen. Wenn die Salzlösung auf den lufttrockenen Boden gebracht wird, so quellen die Kolloide, jedoch weniger als wenn reines Wasser auf den Boden gelangt. In den natürlich gelagerten Böden, wo die Partikelchen nicht genügend beweglich sind um vollständig ausgeflockt zu werden, wird die Quellung der kolloidalen Bodenbestandteile grösstenteils auf Kosten des Hohlraumvolums vor sich gehen. Deshalb ist es begreiflich dass das Hohlraumvolum und damit auch die Permeabilität fur Salzlösungen nicht so stark verkleinert wird als dies für reines Wasser der Fall ist, was vollständig mit meinen Resultaten stimmt. Wenn jedoch die Erde vollständig mit Flüssigkeit gesättigt ist und die Lagerung der Versuchserde ebenfalls zu Ende gekommen ist, müsste die Durchlässigkeit weiter konstant bleiben. Wie wir aus Tafel II sahen war dies nicht der Fall und wurde die Permeabilität für Wasser und für die Salzlösung grösser. Fur Ersteres ist ausserdem der Umstand zu beachten, dass die Filtrate immer ein wenig trübe waren. Durch diese Wegführung von Tonpartikelchen vergrösserte sich das Hohlraumvolum des Bodens und infolgedessen auch die Durchlässigkeit. Dies trifft aber nicht zu für die Salzlösung, deren Filtrate immer vollständig klar waren und bei welcher also von Fortführung von Tonteilchen und damit ver-

knüpfter Vergrösserung des Holraumvolums nicht die Rede sein kann. Es muss deshalb noch ein anderer Faktor wirksam sein, welcher diese Erscheinung hervorruft.

Ich glaube denselben suchen zu müssen in Diffusionserscheinungen, welche sich in den Bodenkolloiden abspielen.

Wenn man annimmt, dass dieselben Wasser unbehindert, verschiedene Salze jedoch mit verschiedener Geschwindigkeit durchtreten lassen, so lässt sich alles sehr leicht erklären.

Wenn eine Kochsalzlösung auf den trockenen Boden gelangt, so wird dieselbe, wie von Bemmelen nachwies, teilweise unverändert von der Erde absorbiert. Die so im Inneren der Bodenkolloide gelangte Salzlösung bleibt jedoch darin nicht unverändert. Es wird $Na_2O$ von den Kolloiden absorbiert unter Austausch gegen CaO, MgO und $K_2O$. Wenn wir nun annehmen, dass das NaCl schneller in das Kolloid hinein diffundiert als das Komplex der gebildeten Salze nach aussen, so wird die Konzentration der Kolloidflüssigkeit erhöht und grösser als die der ausserhalb der Kolloide befindlichen Lösung. Infolgedessen muss mehr Wasser in das Kolloid eintreten, welches deshalb noch mehr quillt und deshalb die Permeabilitat noch mehr herabdruckt. Offenbar ist bei meinen Versuchen die Summe der durch einfache Absorption und durch die Diffusionserscheinungen hervorgerufenen Quellungen noch immer kleiner als die von Wasser bewirkte Quellung.

Allmählich aber diffundieren auch die gebildeten Salze heraus und wenn das Kolloid praktisch ausgelaugt ist und also keine neuen Mengen NaCl innerhalb des Kolloids verwandelt werden, so muss notwendig die Konzentration der innerhalb dieser Bodenbestandteile befindlichen Lösung kleiner werden und die Lösung ausserhalb des Kolloids muss während einiger Zeit grösser sein als die ursprünglich aufgebrachte. Wo wir nun sahen, dass in konzentrierteren Losungen das Volum grösser ist als in ver dünnteren, so müssen die Bodenkolloide wieder ein grösseres Volum bekommen und damit wird das Hohlraumvolum und infolgedessen auch die Permeabilität verringert. Dies stimmt mit den von mir aufgefundenen Daten.

Wenn nun die Salzlösung durch gewöhnliches Wasser ersetzt wird, so nimmt die Konzentration der ausserhalb der Bodenkolloide befindlichen Lösung ab. Durch die entstandenen Konzentrationsunterschiede muss also Wasser in die Kolloiden ein-

treten, welche infolgedessen quellen, das Hohlraumvolum und damit auch die Permeabilität verringern sich, bis die Konzentration innen und aussen sich ausgeglichen haben. Dabei kommt noch, dass die Quellung der vorher mit Kochsalz behandelten Böden bei Verdünnung der umgebenden Salzlösung ein grösseres Volum einnehmen als die direkt in Wasser gequollenen, wahrscheinlich in Folge der Umbildungen der Bodenzeolithe. Diese beiden Faktoren bewirken vollständige Undurchlässigkeit des Bodens.

So lange wie also der Salzgehalt noch genügend gross ist, muss auch der Boden, wenn derselbe vorher bearbeitet worden war, von jedem neuen Regen wieder zugeschlämmt werden und nur wenn der Salzgehalt grösstenteils entfernt ist, kann eine günstige Veränderung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens erwartet werden. Der Nutzen einer guten Entwässerung wird hierdurch recht verständlich, weil dadurch die Fortführung des schädlichen Salzes viel schneller vor sich geht. Auch die vorübergehende, günstige Veranderung der Durchlässigkeit durch Düngung mit Salpeter wird hierdurch erklärlich. Hierdurch wird nämlich wieder die Konzentration der ausserhalb der Bodenkolloide befindlichen Lösung erhöht, Wasser muss wieder aus den Kolloid austreten und damit die Durchlässigkeit grösser werden. Man begreift aber auch, dass die Verbesserung nur vorübergehend sein kann. Anders steht es mit der Kalkdüngung, zur Verbesserung von salzbeschädigten Böden. Die undurchlässigen Natronzeolithe werden hierdurch in durchlässige Kalkzeolithe umgewandelt.

Auch das Liegenlassen des Bodens in rauher Furche behufs Verbesserung derartig beschädigter Böden wird uns klar. Erstens wird mit der Zeit das Kochsalz fortgewasschen, zweitens gehen auf die Dauer die Tonteilchen aus dem Sol- in den Gelzustand über, und zum Schluss kommt noch dazu, dass durch die Verwitterung wieder Ca und Mg. in löslicher Form frei kommen Die Natronzeolithe werden dadurch wieder teilweise in Kalk und Magnesiazeolithe umgewandelt, wodurch die schädlichen Eigenschaften des Natronzeoliths für den Boden wieder Teilweise aufgehoben werden.

Die Erklärung der Durchlässigkeitskurve für den Fall, dass die Salzlösungen auf den vorher mit Wasser gesättigten Boden gebracht werden, bietet nach dem Vorhergehenden keine Schwierigkeiten mehr. Die Konzentration ausserhalb der schon ge-

quollenen Bodenkolloide wird grösser als die innerhalb derselben Deshalb muss Wasser austreten und die Permeabilität grösser werden Das Kochsalz diffundiert jedoch auch allmählich in das Innere der Kolloide; es bleibt da aber wieder nicht unverändert bestehen, sondern es wird wieder Na ausgetauscht gegen Ca, Mg und K. wenn nun wieder das NaCl schneller diffundiert als das Komplex der gebildeten Salze, so muss die Konzentration der innerhalb der Kolloide befindlichen Lösung grösser werden als die ausserhalb derselben. Infolgedessen muss wieder Wasser eintreten, die Kolloide quellen mehr auf, das Holraumvolum und die Durchlässigkeit werden kleiner, wié wir das in der Tat auffanden.

Es erübrigt noch die Wasserkurve zu erklären. Wenn Wasser auf den trockenen Boden gelangt, so quellen, wie gesagt, die Bodenkolloide und dadurch nimmt die Durchlässigkeit ab. Das Wasser bringt aber innerhalb der Bodenkolloide die absorbierten Substanzen in Lösung.

Deshalb wird ein Konzentrationsunterschied hervorgerufen, welcher zu einer weiteren Quellung Veranlassung gibt und deshalb auch zu einer weiteren Verminderung der Permeabilität. Diese Konzentrationsunterschiede sind jedoch meistens nur gering, und werden deshalb auch nur selten einen zu beachtenden Einflus ausüben können. Die später auftretende Durchlässigkeitsvergrösserung wird wahrscheinlich verursacht durch die Fortführung der feinsten Bodenteilchen, wie wir das schon im Vorhergehenden sagten. Dass später die Durchlässigkeit wieder kleiner wird, wird genügend erklärt durch die Tatsache, dass unter dem Einflusse des Wassers die Bodenkrümel allmählich in ihre einzelnen Körner zerfallen. Der Boden geht also in die Einzelkornstrukter über und dadurch wird er weniger durchlässig.

Bei meiner Hypothese über die Ursache der Durchlässigkeitsveränderungen, durch Salzlösungen hervorgerufen, nahmen wir an, dass das Kochsalz schneller diffundierte als das gebildete Komplex von $CaCl_2$, $MgCl_2$ und KCl. Wenn dies wirklich so ist, so muss das durch die Analyse der Salzwasserfiltrate nachweisbar sein. Wenn n. l. unsere Erklärung richtig ist, so muss anfangs die noch im Filtrat anwesende $Na_2$ Omenge sammt die auf $Na_2O$ umgerechneten Aequivalente des darin anwesenden Kalkes, Kalis und der Magnesia kleiner sein als die in

der aufgebrachten Salzlösung vorhandenen Menge $Na_2O$. Dieser Unterschied muss jedoch allmählich kleiner werden und dann ins umgekehrte Verhältnis umschlagen. Wie aus unterstehenden Zahlen ersichtlich, war das wirklich der Fall.

Bei der 0.1 Normallösung war ursprünglich vorhanden 3105 mG $Na_2O$ pro Liter. Im ersten Liter des Filtrates fand ich auf: 1718 mG $Na_2O$, 185.6 mG $K_2O$, 945 mG CaO und 93.5 mG MgO. Auf $Na_2O$ berechnet macht dies total 3013 mG $Na_2O$. Nun ist aber das Filtrat von der im Boden ursprünglich vorhandenen Feuchtigkeit verdünnt worden. Derselbe enthielt in lufttrockenem Zustande 8% Wasser, also die 300 Gr. der Versuchserde 24 Gr. Wasser. Also waren im Filtrate von der ursprünglich aufgebrachten Salzlösung vorhanden 976 $cM^3$. Im Filtrate sollte man deshalb an Basen, auf $Na_2O$ umgerechnet, auffinden 3030.5 mG, wir fanden jedoch 3013 mG, also ein Defizit von 16.5 mG. $Na_2O$.

Im vierten Liter des Filtrates fand ich auf: 2900 mG. $Na_2O$ 68 mG $K_2O$, 97 mG CaO und 26.8 mG. MgO, also wieder auf $Na_2O$ umgerechnet 3039.4 mG. Weil wir hier das Filtrat wohl als nicht mehr durch die ursprünglich anwesende Bodenfeuchtigkeit verdünnt zu betrachten haben, ist das Defizit jetzt schon auf 11.6 mG. reduziert.

Der siebente Liter des Filtrates enthielt 3020 mG $Na_2O$, 26 mG $K_2O$, 39.5 mG CaO und 10 mG MgO, æq. mit 3096.2 mG $Na_2O$, also ein Defizit von 8.8 mG $Na_2O$. Ein Surplus, wie wir voraussetzten, wurde noch nicht erhalten, wohl aber bei den verdünnteren Losungen. Als Beispiel führe ich die Analysen der Filtrate der 0.02 Normallösung an.

| | CaO | MgO | $K_2O$ | $Na_2O$ |
|---|---|---|---|---|
| 1e. L des Filtrates | 351.5 | 77.2 | 65.7 | 65.7 |
| 4e. L „ „ | 32.5 | 11.2 | 25.4 | 556.5 |
| 7e. L „ „ | 35.0 | 11.6 | 22.1 | 560.4 |

Ursprünglich waren in der aufgebrachten Lösung anwesend 627 mG $Na_2O$. Wenn wir wieder die Verdünnung durch die Bodenfeuchtigkeit berücksichtigen, so berechnen wir mit Hilfe dieser Daten im ersten Liter ein Defizit von 8.9 mG $Na_2O$, im vierten von 1.2 mG und im siebenten ein Surplus von 4.2 mG $Na_2O$. Ich glaube also durch meine Versuche klargelegt zu haben, dass:

DIE VERÄNDERUNGEN DER DURCHLÄSSIGKEIT DES BODENS UNTER DEM EINFLUSS VON KOCHSALZLÖSUNGEN

SICH UNGEZWUNGEN ERKLÄREN LASSEN DURCH DIE DIFFUSIONSERSCHEINUNGEN IN DEN BODENKOLLOIDEN UND DIE DAMIT VERKNÜPFTEN VOLUMVERÄNDERUNGEN DERSELBEN.

Daneben müssen aber in Betracht gezogen werden:

AUSFLOCKUNG DER BODENPARTIKELCHEN UND ZERSTÖRUNG DER BODENKRÜMEL, WEGFÜHRUNG VON TONTEILCHEN UND VERÄNDERUNGEN DES ZEOLITHISCHEN BODENMATERIALS.

Wiewohl ich Versuche mit den betreffenden Salzen noch nicht ausführte, möchte ich doch die Hissinkschen Versuche im Lichte meiner Hypothese etwas näher betrachten. Ich habe Grund annehmen zu dürfen, dass die Diffusionsgeschwindigkeiten der von Hissink angewandten Salze in absteigender Reihenfolge sind: $Na_2O$, $K_2O$, $NH_4Cl$ und $CaCL_2$.

Wenn man nun eine $CaCl_2$ Lösung auf den lufttrockenen Boden bringt, so wird dieselbe wieder unverändert von den Bodenkolloiden absorbiert. Wie wir aus untenstehenden Zahlen sehen konnen, quellen die Bodenkolloide in der $CaCl_2$ lösung, wie beim Kochsalze, wieder weniger als in reinem Wasser.

| **Bodenmenge** | **Volum in** 0.1 N. **$CaCl_2$** | **ld 0.02 N $CaCl_2$** | **ld in Wasser** |
|---|---|---|---|
| 5 gr | 5.7 $cM^3$ | 5.9 $cM^3$ | 6.0 $cM^3$ |
| 15 „ | 16.7 „ | — | 17.4 „ |

Nun bleibt aber das $CaCl_2$ wieder nicht unverändert in den Kolloiden bestehen, es findet wieder Austausch statt gegen K, Na und Mg. die alle schneller diffundieren als das $CaCl_2$. Infolgedessen wird die Konzentration der innerhalb der Kolloide befindlichen Lösung eine geringere als die der ausserhalb derselben befindlichen. Es muss also jetzt Wasser austreten und die Durchlässigkeit muss steigen wie Hissink das auch in der Tat auffand. Dazu kommt noch die Bildung des durchlässigeren Kalkzeoliths, durch welches erklärt wird, dass beim Ersatz der Chlorkalziumlösung durch gewöhnliches Wasser wohl eine beträchtliche Durchlässigkeitsverminderung stattfindet, dieselbe jedoch grösser bleiben muss als für reines Wasser.

Die Erklärung für die Durchlässigkeitsveränderungen des Bodens unter dem Einflusse der anderen, von Hissink angewandten Salzlösungen, brauche ich wohl nicht näher zu erörteren. Nicht so ganz einfach gestaltet sich die Sache, wenn ein Salz, wie $Na_2HPO_4$ auf den Boden gelangt. Hier hat man nämlich

auch den Faktor zu berücksichtigen, dass ein Teil der Phosphorsäure ohne Austausch gegen aequivalente Mengen anderer Säuren vom Boden absorbiert wird. Ich behalte mich vor auch mit diesem Salze Versuche in dieser Richtung auszuführen. Bei einem vorläufigen Versuche stellte sich heraus, dass die Bodenkolloide in $Na_2HPO_4$ lösungen mehr quellen als in reinem Wasser. Deshalb muss auch die Durchlässigkeit für dieses Salz kleiner sein als für Wasser, was Mayer schon in seiner mehrfach erwähnten Arbeit nachgewiesen hat.

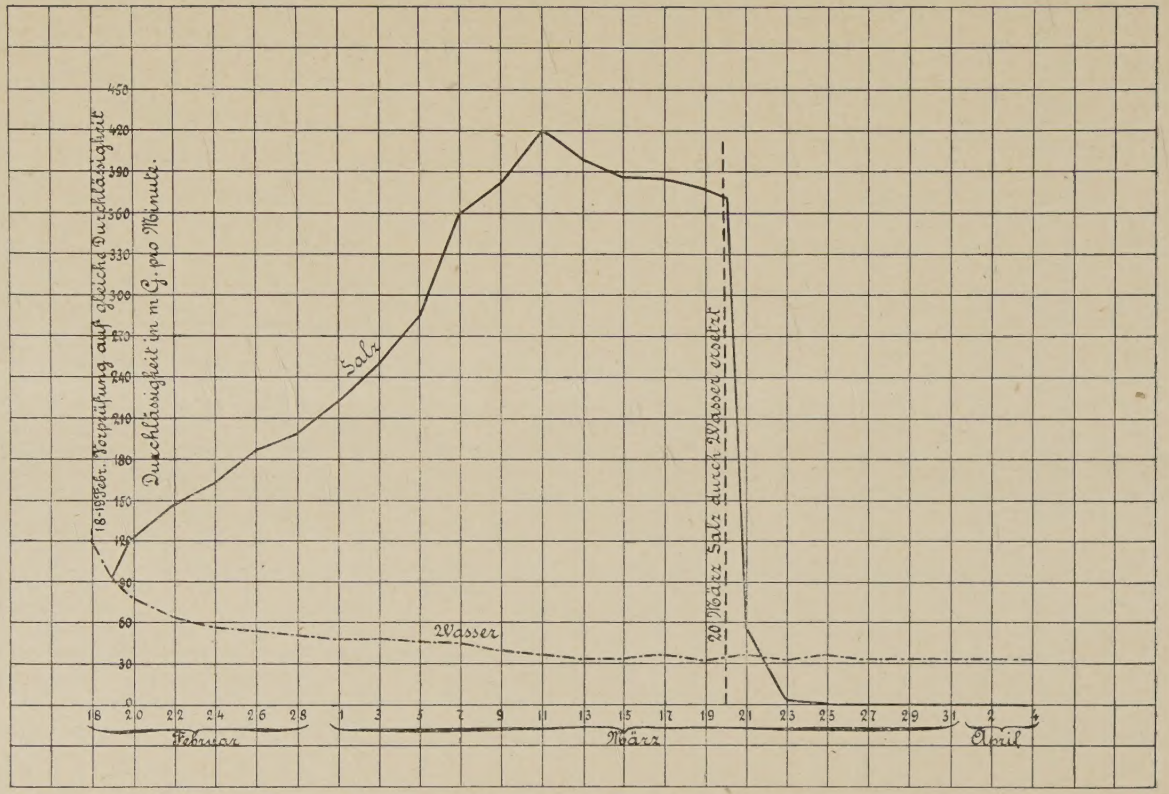
10 G Boden in 0.1 Norm. $Na_2HPO_4$ 12.2 $cM^3$; in Wasser 11.1
5 „ „ „ „ „ „ 6.35 „ „ „ 6.0

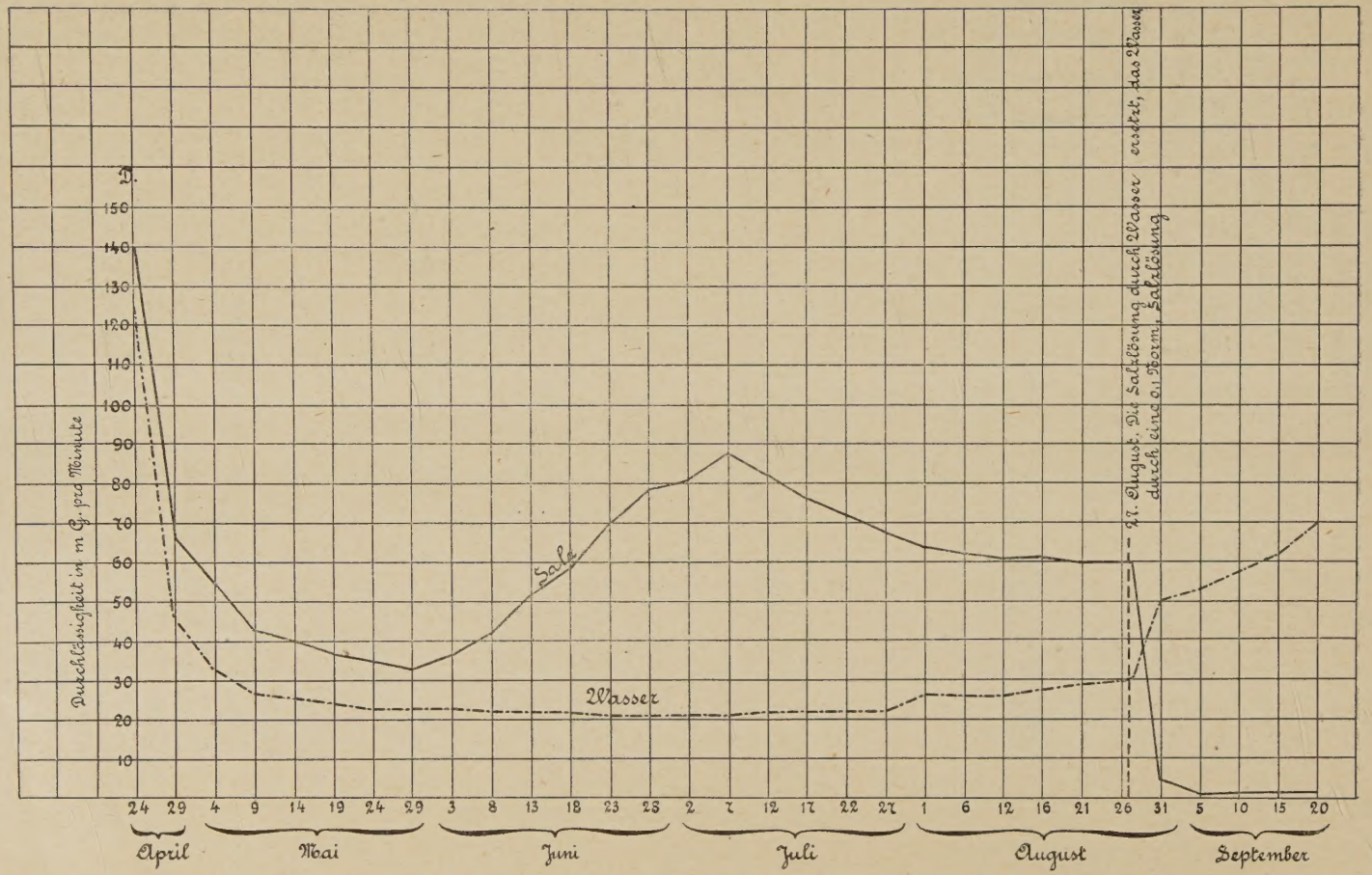
Die Versuche wurden genau in derselben Weise angestellt wie früher beim Kochsalze beschrieben wurde.

Ich meine schon jetzt diese Arbeit den Fachgenossen vorlegen zu müssen, wiewohl noch manche Lücken auszufüllen sind. Es bleibt in dieser Richtung noch ein grosses Arbeitsfeld offen und mir fehlt es vorläufig leider an Zeit, die Sache selber allseitig zur Hand zu nehmen.

Chemisches Laboratorium der Versuchsstation für Reiskultur u.s.w.

Buitenzorg, Im Januar 1910


18-19 Febr. Vorprüfung auf gleiche Durchlässigkeit
Durchlässigkeit in m/S. pro Minute.
Salz
Wasser
20 März Salz durch 2 Wasser ersetzt
Februar
März
April


D.
150
140
130
120
110
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
Durchlässigkeit in m C. pro Minute
Salz
Wasser
27. August. Die Salzlösung durch Wasser ersetzt, das Wasser durch eine 0,1 Norm. Salzlösung
24 29 4 9 14 19 24 29 3 8 13 18 23 28 2 7 12 17 22 27 1 6 12 16 21 26 31 5 10 15 20
April
Mai
Juni
Juli
August
September